



## (12) Offenlegungsschrift

(11) DE 3909560 A1

(51) Int. Cl. 5:

B 29 C 73/00

B 32 B 35/00

(21) Aktenzeichen: P 39 09 560.6

(22) Anmeldetag: 23. 3. 89

(23) Offenlegungstag: 27. 9. 90

DE 3909560 A1

## (71) Anmelder:

Dornier Luftfahrt GmbH, 8000 München, DE

## (72) Erfinder:

Dittrich, Kay, Dipl.-Ing., 7758 Meersburg, DE;  
Kupczyk, Stefan, Dipl.-Ing., 7778 Markdorf, DE;  
Schröder, Hans Wolfgang, Dr.rer.nat., 7997  
Immenstaad, DE(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 28 30 931 A1

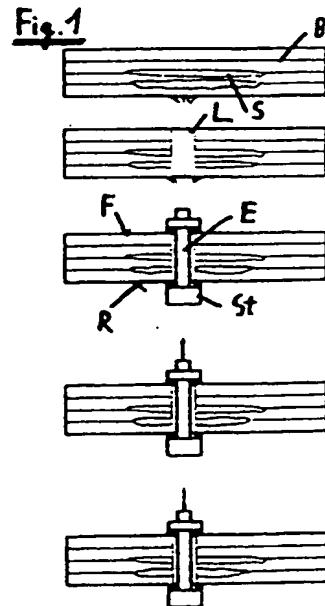
DE 27 18 144 A1

DE-Z: RÜSENBERG, Kurt: Reparaturverfahren für  
Flugzeugbauteile aus glasfaserverstärktem Kunst-  
stoff. In: Plastverarbeiter 9, 1976, S.477-481;  
- DE-Z: HEITZ, E.: Reparaturen an Kunststoff-  
Sandwichelementen. In: Kunststoff-Rundschau, H.2,  
1971, S.93-100;

## (54) Reparatur von Verbundwerkstoffen

Reparaturverfahren für Bauteile (B) aus geschichteten  
Werkstoffen mit den Schritten:

- Einbringen eines Loches (L) in der Schädigung (S),
- Einschieben eines Elements (E), das die Rückseite (R) und  
die Frontseite (F) des Bauteils (B) abdichtet,
- Injizieren eines Dichtmittels (Harzes).



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Reparaturverfahren für Bauteile aus geschichteten Werkstoffen, insbesondere aus Faserverbundwerkstoffen und Elemente zur Durchführung des Verfahrens.

Schäden, wie Delaminationen wurden bisher durch Einspritzen von Harz und/oder Auflaminieren neuer Schichten behoben.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren vorzuschlagen, mit dem schnell solche Schäden behoben werden können, auch an Reparaturstellen, die nur einseitig zugänglich sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst von einem Reparaturverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Eine Ausgestaltung der Erfindung und Elemente, die zur Durchführung des Verfahrens vorgesehen sind, sind Gegenstände von Unteransprüchen.

Die Erfindung beruht darauf, ein Loch in die Stelle des Bauteils zu bringen, an der sich der Schaden befindet. Durch Einschieben eines speziell geformten Elementes wird die Rückseite des Loches abgedichtet. Es folgt dann eine eventuelle Abdichtung der Frontseite und das Injizieren eines Reparaturharzes. Dieses ist ein Dichtmittel, das im flüssigen Aggregatzustand eingeführt wird und dann abbindet, also fest wird. Es kann insbesondere ein Harz sein kann, das entweder dem beim Bauteil verwendeten Harz entspricht oder das sich mit diesem Harz verträgt. Durch das Aushärten oder durch einen anschliessenden Arbeitsschritt wird das Loch geschlossen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird nicht nur das Reparaturharz unter Überdruck eingespritzt, sondern die Schadensstelle vorher evakuiert, wodurch eine noch bessere Verteilung des Harzes erfolgt.

Das eingesetzte Reparaturelement kann nach der Reparatur entfernt werden, es kann aber auch in der Struktur verbleiben, wobei eventuell überstehende Teile entfernt werden können. Das Reparaturelement ist in diesem Fall nach der Reparatur auch als stationäres Verbindungselement benutzbar.

Die zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Elemente haben gemeinsam, daß das entstandene Loch auf beiden Seiten abgedichtet wird, wodurch dann die Evakuierung und/oder Harzinjizierung ermöglicht wird.

Die Erfindung wird anhand von 10 Figuren näher erläutert. Alle Figuren zeigen schematisch die Reparatur von beschädigten Bauteilen.

Fig. 1 zeigt oben das Bauteil *B*, angedeutet ist der schichtartige Aufbau. Im Bauteil *B* befindet sich die Schädigung *S* (angedeutet durch die zwei eingezeichneten Ablösungen zwischen den Schichten und die ausgefranste Unterseite). Im zweiten Teilbild ist der erste Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt, nämlich das Einbringen des Loches *L* im Bereich der Schädigung *S*. Es folgt dann das Einsetzen eines Elements *E* von der Frontseite *F* aus. Das Element *E* reicht durch das Loch bis zur Rückseite *R*. Die Rückseite *R* wird in dieser Ausführung durch Aufschrauben eines Stopfens *ST* auf das Element *E* abgedichtet. Auf der Frontseite *F* wird mit einer entsprechenden Verschraubung ein Deckel aufgebracht.

Die Reparaturstelle ist jetzt vorbereitet zum Vaku umziehen, was durch den Pfeil im nächsten Teilbild angedeutet ist. Nach Evakuierung der Schadensstelle wird ein Reparaturharz injiziert. Nach Aushärten des Harzes kann das Element *E* entfernt werden.

Fig. 2 zeigt eine Ausführung eines Elements zur Scha-

densreparatur, das eine Bohrung *Bo* zum Einbringen von Harz oder zum Evakuieren auf der Frontseite *F* trägt und das an seiner Spitze *Sp* ein Bauteil aufweist, dessen Durchmesser auf Werte vergrößerbar ist, über dem Lochdurchmesser liegen. In dem oben in Fig. 2 gezeigten Zustand kann die Spitze *Sp* des Elements durch das Loch geschoben werden. Nach Vergrößerung auf den Durchmesser des Loches oder einen größeren Durchmesser hinter dem Loch ist das Loch auf der Rückseite abgedichtet, es kann eine Abdichtung auf der Vorderseite erfolgen. Diesem Schritt kann sich eine Harzinjektion (oder eine Evakuierung mit anschließender Harzinjektion) anschließen.

Fig. 3 zeigt ein Element, an dessen Spitze sich ein aufblähbares Element, hier der Ballon *Ba*, befindet. Dieser Ballon *Ba* kann mit Luft oder mit Flüssigkeit elastisch erweitert werden und dichtet das Loch an der Rückseite ab.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführung, bei der das Element an seiner Spitze eine Sprengladung *Spr* trägt. Nach Einführung des Elements in das Loch kann die Sprengladung *Spr* gezündet werden und drückt das umliegende Material zu einem das Loch abschließenden Rand. Abdichten auf der Frontseite und Injizieren von Bindemittel oder Harz erfolgt wie vorher beschrieben.

Fig. 5 zeigt eine Ausführung eines Elements, bei dem ein Kanal vorgesehen ist, durch den ein schnell abbindendes Dichtmittel *Di*, hier z.B. eine schnell abbindende Silikonmasse, an die Rückseite des Loches gebracht wird. Nach der relativ kurzen Aushärtezeit kann wieder auf der Frontseite abgedichtet und Harz injiziert werden.

Fig. 6 zeigt eine Ausführung eines Elements, bei dem eine Elastomerscheibe *EL* zwischen zwei Lagern eingebracht ist. Die Elastomerscheibe hat einen Durchmesser kleiner dem des Loches, kann also durch das Loch geschoben werden. Durch Quetschung wird die Elastomerscheibe zwischen den beiden Lagern breitgedrückt und kann so den rückseitigen Rand des Loches abdichten. Dies kann – wie gezeigt – außerhalb des Bauteils *B* oder im Loch erfolgen.

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführung, bei der ein plastisch verformbares Teil z.B. eine Kugelschale aus Weichmetall zwischen den zwei Lagern *L1* und *L2* durch das Loch bringbar ist. Durch anschließende mechanische Verformung des Teils durch Annähern der Lager *L1* und *L2* wird ein plastischer Verschluß des Loches erreicht.

Fig. 8 zeigt eine Ausführung eines Elements, dessen Spitze als Schirm *Sch* oder als pilzartig sich vergrößerndes Teil ausgebildet ist. Dieser Schirm *Sch* enthält z.B. Memorymetall, das im einzuführenden Zustand zu einem schmalen Konus verformt ist. Nach Erwärmen des Memorymetalls, z.B. mittels Widerstandsheizung, geht die Spitze auf und bildet eine abdichtende Scheibe. Nach Abdichten auf der Frontseite ist wieder eine Evakuierung und ein Harzinjizieren möglich.

Fig. 9 zeigt eine Ausführung, bei der die Spitze eines Elements aus auffaltbaren Segmenten besteht. Diese Spitze lässt sich sehr gut durch das Loch einführen und pilzt, z.B. durch Zurückziehen eines inneren Führungsstabes, auf. Nach Verschließen des Loches auf beiden Seiten kann wiederum die Harzinjizierung stattfinden.

Fig. 10 zeigt eine Ausführung eines Elements, bei dem ein Konus *K* mit einem Hohlelement *H* zusammenwirkt. Nach Durchschieben der Spitze des Elements durch das Loch wird der Konus *K* zurückgezogen und verformt dabei das Hohlelement *H*, entweder elastisch oder blei-

bend. Nach Abdichten auf der Frontseite kann die Harzinjektion erfolgen.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Reparaturverfahren für Bauteile (B) aus geschichteten Werkstoffen mit den Schritten:
  - Einbringen eines Loches (L) in der Schädigung (S),
  - Einschieben eines Elements (E), das zumindest an der Rückseite (R) des Bauteils (B) abdichtet,
  - Injizieren eines Reparaturharzes.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Injizieren des Reparaturharzes an der Frontseite (F) abgedichtet wird und dann evakuiert wird.
3. Element zur Durchführung des Verfahrens des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Element an seiner Spitze ein Gewinde hat, auf das ein Stopfen (ST) aufschraubar ist.
4. Element zur Durchführung des Verfahrens des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 2, gekennzeichnet durch
  - eine Bohrung (Bo) zum Einbringen des Reparaturharzes oder zum Evakuieren,
  - eine Spitze (SP), deren Durchmesser auf Werte größer dem Lochdurchmesser vergrößerbar ist und
  - eine Vorrichtung zum Abdichten an der Frontseite (F).
5. Element nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen Ballon (Ba) an der Spitze, der hydraulisch oder pneumatisch elastisch oder plastisch erweiterbar ist.
6. Element nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine plastisch erweiterbare Spitze, die mittels Einziehen eines Konusses oder mittels Sprengladung (Spr) verformbar ist.
7. Element nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen bis zur Spitze reichenden Kanal, durch den ein schnell abbindendes Dichtmittel (Di) (z.B. Silikonkautschuk), an die Rückseite (R) gedrückt werden kann.
8. Element nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine zwischen zwei Lagern eingebettete Elastomerscheibe (EL), deren Durchmesser durch Quetschung vergrößerbar ist.
9. Element nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch ein zwischen zwei Lagern (L 1, L 2) eingebrachtes Teil, dessen Durchmesser durch Quetschung plastisch vergrößerbar ist, z.B. eine Kugelschale aus Weichmetall.
10. Element nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß seine Spitze als Schirm (Sch) oder pilzartig vergrößerbares Teil ausgebildet ist.
11. Element nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze Memorymetall enthält.
12. Element nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze auffaltbare Segmente enthält.
13. Element nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen Konus (K) und ein Hohlelement (H), das durch Einwirkung des Konusses (K) seinen Durchmesser vergrößert.

**— Leerseite —**

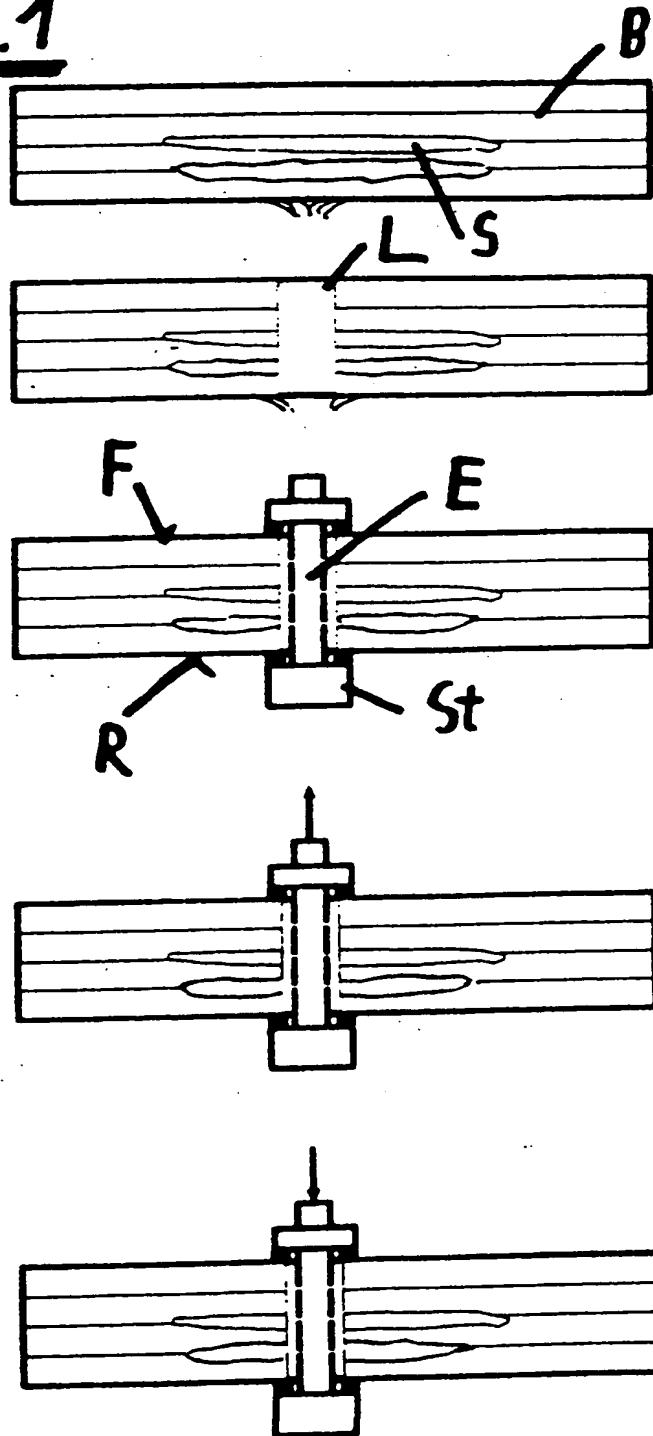
Fig. 1

Fig. 2

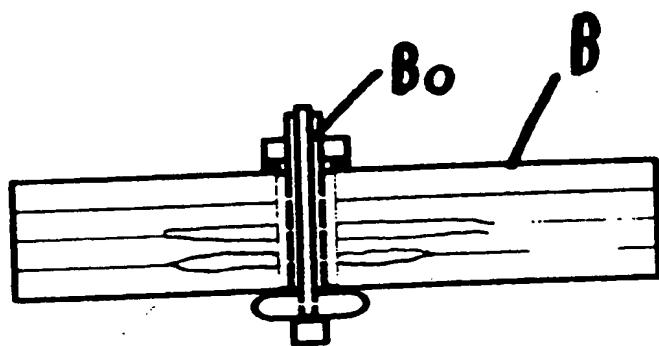
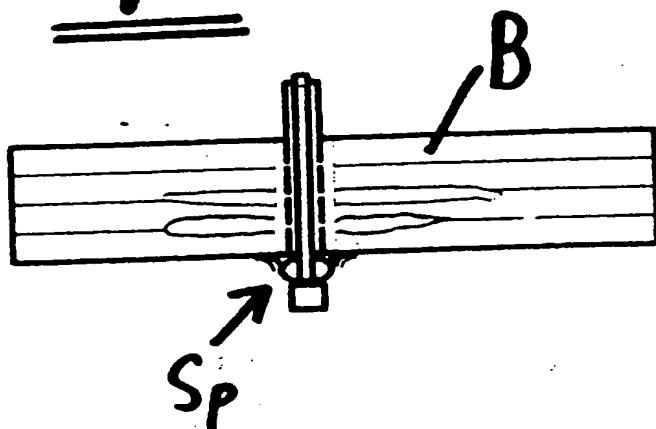


Fig. 3

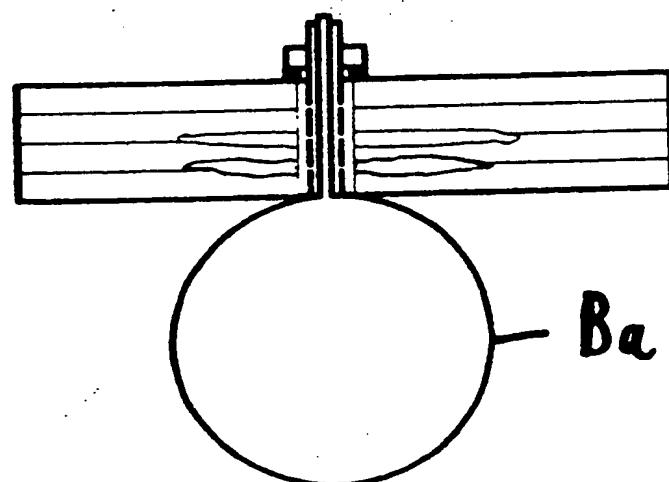
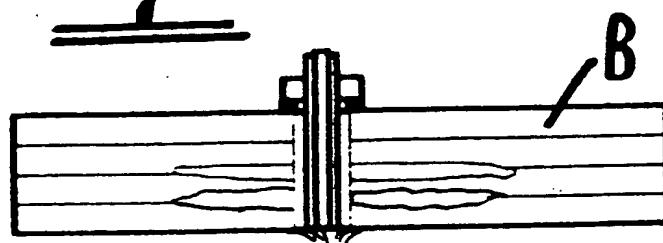


Fig. 4

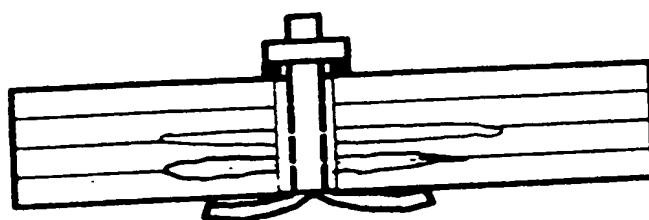
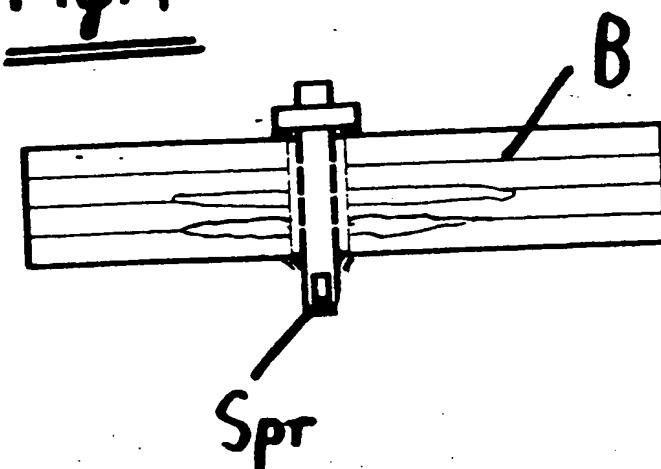


Fig. 5

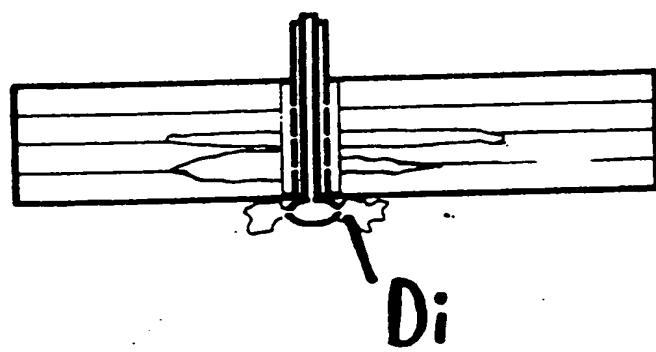
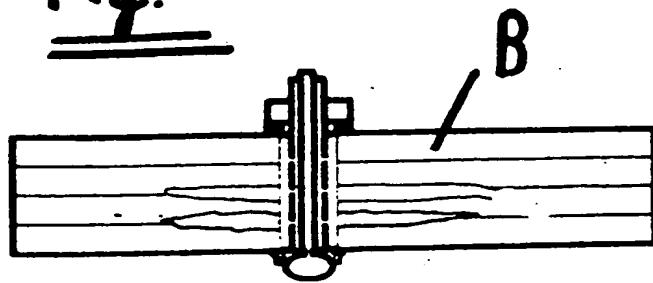


Fig. 6

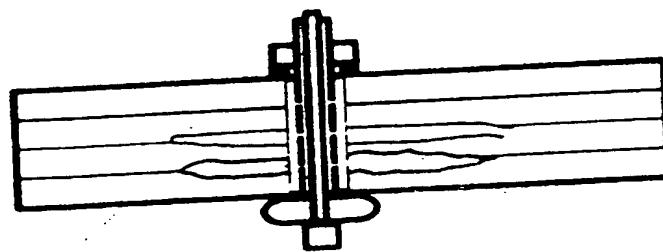
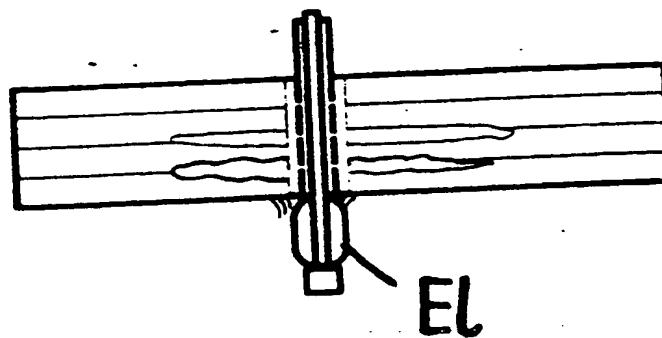


Fig. 7

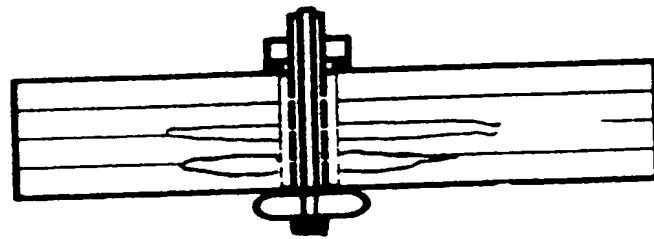
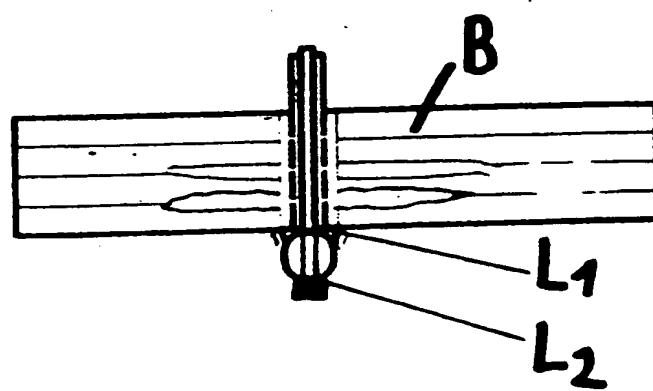


Fig. 8

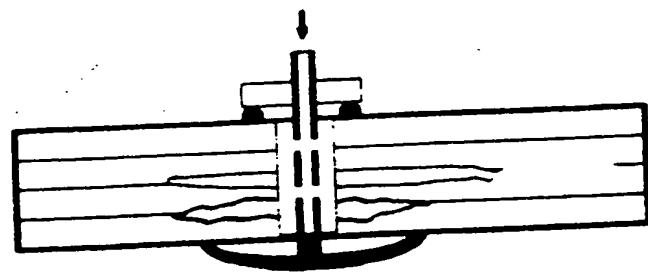
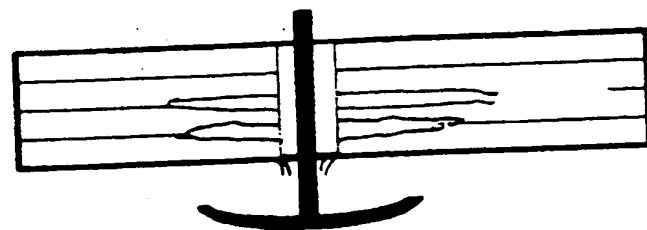
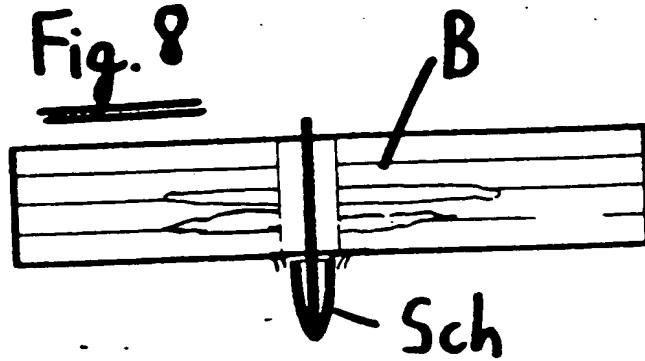


Fig. 9

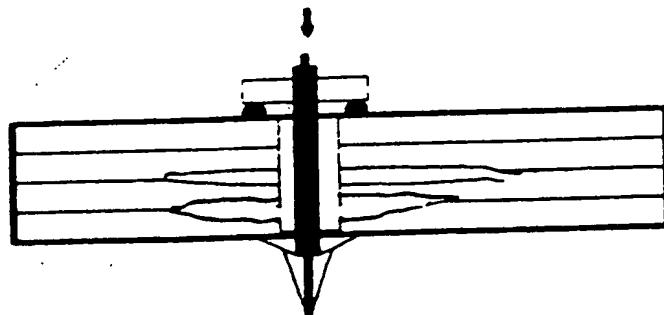
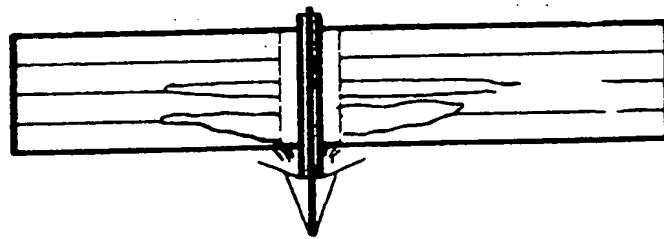
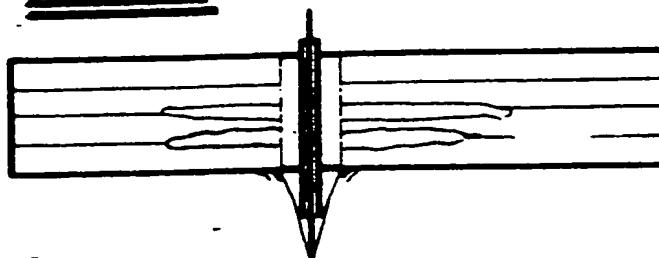


Fig. 10

